

学校编码: 10384

学号: 20051302365

分类号____密级____

UDC____

厦门大学

硕 士 学 位 论 文

基于 DM642 的 AVS 视频解码器的实现与优化

The Implementation and Optimization of AVS Video
Decoder on DM642

王斑

指导教师姓名: 陈辉煌 教 授

周剑扬 副教授

专 业 名 称: 无线电物理

论文提交日期: 2008 年 5 月

论文答辩时间: 2008 年 月

学位授予日期: 2008 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

厦门大学博士论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1. 保密（ ），在 年解密后适用本授权书。

2. 不保密（ ）

（请在以上相应括号内打“√”）

作者签名： 日期： 年 月 日

导师签名： 日期： 年 月 日

厦门大学博硕士论文摘要库

摘 要

AVS（数字音视频编解码技术标准）是我国具备自主知识产权的第二代信源编码标准。作为与国外标准相抗衡的主要力量，AVS 在如何让数字音视频产业获得自主权方面起着重要的作用。AVS 视频部分于 2006 年 3 月 1 日起开始实施并正式成为国家标准，2007 年该部分被国际电联组织（ITU）列为 IPTV 国际标准框架中的重要组成部分。与其它现有的国际标准如 MPEG-2 和 H.264/AVC 相比，AVS 具有专利费用低，计算复杂度低，定义明确的优点。随着国家对高新技术产业的大力支持，AVS 产业链逐渐成熟，有着很好的发展和应用前景。

由于数字视频的编码复杂度高，同时考虑带宽的要求，基于硬件实现的视频编解码器开发难度很大，因此本课题基于 DSP 平台进行研究和分析，提出一系列针对视频解码的优化方法，为进一步实现硬件开发提供理论依据。本课题以 AVS1-P2 视频解码为研究对象，通过参考联合信源公司开放的普及性源代码，在 TI 公司的一款适合于多媒体应用的可编程的定点 DSP 平台 TMS320DM642 上进行 AVS 视频解码器的实现与优化。

本文首先介绍了 AVS 视频标准的原理与关键技术，完成了 AVS 视频解码器的设计与 DSP 移植。然后对解码器进行复杂度分析，找出解码耗时的关键部分分别为运动补偿、反变换、环路滤波等模块。除采用针对 DSP 平台的多种优化方法进行综合优化外，本文还重点针对这些模块分别进行优化，大量使用 TI 提供的内联函数，从代码结构、算法、内存分配使用等方面进行优化，大幅提高了解码速度。实验结果表明，通过这些优化方法，该解码器的执行速度获得了大幅的提高，最终在 DM642 开发平台上实现了 AVS 标清视频的实时解码。

关键词：AVS1-P2 解码器；DM642；优化

Abstract

AVS is the second national audio video coding standard of China with independent intellectual property rights. As the primary part to compete with other international standards, AVS plays a key role in obtaining the independence in digital audio video industrial. It came into effect in 1st March, 2006 as national standard and became one of the international IPTV standards in 2007. Comparing to other international coding standards such as MPEG-2 and H.264/AVC, AVS has many advantages such as trivial patent cost, lower complexity and well-defined applications. With the government's strong support of high-tech industries, AVS industry chain becomes mature and has a good prospective future.

It is difficult to implement the real-time video coding on hardware because of the complexity of digital video coding and its high needs about bandwidth. So the research of this paper based on DSP, various techniques and methods used to optimize AVS decoder are presented and provided for the further hardware implementation. In this paper, the research of AVS video is based on the open source codec provided by Union Source Company. We implement and optimize the AVS video decoder on a generational multimedia programming and fixed-point processor TMS320DM642 provided by TI company.

The paper describes the principle and key technologies of AVS coding standard, and introduces the scheme of the AVS decoder and its porting to DSP. Then analyses the complexity of AVS decoder and finds out the the critical modules are motion compensation, integer transform, quantization and loop filter. In addition to various optimization methods which are used to implement the decoder on DSP platform are presented, many techniques focused on these modules to optimize the decoder are also discussed in detail, such as using intrinsics, algorithms, code structures and memory optimization methods. The experiment results show that our design improves the performance efficiency, and the decoder is significantly speeded up after

optimizing AVS decoder. And finally the optimized decoder can realize the real-time decoding (Jizhun profile) on DM642 platform.

Key Words: AVS1-P2 Decoder; DM642; Optimization

厦门大学博士论文摘要库

目 录

第一章 绪论	1
1.1 背景及课题意义	1
1.2 国际信源编码标准的简况	2
1.3 AVS 研究现状	4
1.4 课题的研究工作和论文主要内容	4
第二章 AVS 视频编码标准	6
2.1 AVS 进展与应用	6
2.2 AVS1-P2 视频标准	7
2.3 AVS 视频编码比特流结构	8
2.3.1 视频序列	8
2.3.2 图像	9
2.3.3 条带	11
2.3.4 宏块	11
2.4 AVS1-P2 视频标准的关键技术	12
2.4.1 熵编码	12
2.4.2 变换量化	13
2.4.3 帧内预测	13
2.4.4 帧间预测	14
2.4.5 1/4 像素运动估计	15
2.4.6 环路滤波	16
2.5 AVS1-P2 视频解码器的设计与实现	17
2.6 本章小节	19
第三章 AVS 视频解码器 DSP 移植	21
3.1 TMS320DM642 介绍	21
3.2 DM642EVM 平台介绍	23
3.3 CCS 集成开发环境	24
3.4 AVS1-P2 视频解码器 DSP 平台代码移植	24
3.5 AVS 解码复杂度分析	30
3.6 本章小结	31
第四章 AVS 视频解码器在 DSP 上的优化实现	32
4.1 针对 DSP 平台的优化策略研究	32
4.1.1 编译器优化	32

4.1.2 程序指令和关键字的使用.....	33
4.1.3 内联函数优化.....	34
4.1.4 软件流水优化.....	37
4.1.5 存储结构优化.....	39
4.1.6 TI 图像库.....	44
4.2 关键模块的代码优化	44
4.2.1 插值函数.....	44
4.2.1.1 1/4 亮度插值样本滤波算法优化	44
4.2.1.2 边界判定优化.....	46
4.2.1.3 样本的分类与复用.....	48
4.2.2 环路滤波.....	50
4.2.3 离散余弦反变换.....	54
4.2.4 重构.....	57
4.2.5 其它模块的优化实现.....	58
4.3 解码器性能.....	58
4.4 本章小结	59
第五章 总结与展望	60
[参考文献].....	62
致 谢	65
攻读硕士学位期间发表的论文及所做工作	66

Contents

Chapter1 Introduction	1
1.1 Research Background and Meaning	1
1.2 Status of Video Coding Standard	2
1.3 Research Status of AVS	4
1.4 Work and Organization of This Thesis	4
Chapter2 AVS Video Coding Standard	6
2.1 AVS Development and Application	6
2.2 AVS1-P2 Video Coding Standard	7
2.3 Structure Of AVS Coding Bitstream	8
2.3.1 Sequence	8
2.3.2 Picture	9
2.3.3 Slice	11
2.3.4 MacroBlock	11
2.4 Key Technology of AVS Video Coding	12
2.4.1 Variable length Decode	12
2.4.2 Transform and Quantization	13
2.4.3 Intra-frame Prediction	13
2.4.4 Inter-frame Prediction	14
2.4.5 1/4 Pixel Motion Compensation	15
2.4.6 Deblocking Filter	16
2.5 Implementation of AVS Decoder	17
2.6 Summary	19
Chapter3 AVS Video Decoder's Porting to DSP	21
3.1 TMS320DM642 Processor	21
3.2 DM642EVM Platform	23
3.3 Introduction to CCS	24
3.4 AVS Video Decoder's Porting to DSP	24
3.5 AVS Decoder's Complexity Analysis	30
3.6 Summary	31
Chapter4 The Optimization of AVS Video Decoder on DSP	32
4.1 The Optimization Methods Used on DSP	32
4.1.1 Compiler optimization	32
4.1.2 Code Instruction and Key Words	33
4.1.3 Intrinsics Optimization	34

4.1.4 Software Optimization	37
4.1.5 Memory Optimization	39
4.1.6 TI Image Library	44
4.2 Key Modules Optimization.	44
4.2.1 Deblocking Filter	44
4.2.1.1 Filter Algorithm Optimization of 1/4 module	44
4.2.1.2 Boundary Restriction Optimization	46
4.2.1.3 Sorting And Reusing Samples	48
4.2.2 Deblocking Filter	50
4.2.3 Inverse Cosine Transform	54
4.2.4 Reconstructure	57
4.2.5 Other modules	58
4.3 Decoder Performance	58
4.4 Summary.	59
 Chapter5 Conclusion and Prospect	 60
 [Reference]	 62
 Acknowledgement	 65
 Published Paper and Research during Pursuing Master Degree.	 66

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 绪论

1.1 背景及课题意义

本论文的研究内容来源于厦门华侨电子股份有限公司的预研项目，研究 AVS 算法特点及其在 DSP 上优化实现方法。我们都知道，音视频技术是基础性、共性的信息技术，广泛应用于计算机、通信、广播、电视、娱乐等各个领域，在推进国家信息化进程中具有举足轻重的作用。中国音视频产业的发展正在受到世界瞩目。由于以前我国自主知识产权标准的缺失，国外的标准已经在中国市场长驱直入，给用户带来先入为主的印象，这极大地阻碍了自主知识产权标准的推广应用。AVS（数字音视频编解码技术标准）是我国自主制定的信源编码标准，作为对我国数字化音视频相关产业发展影响巨大的自主知识产权技术标准，AVS 在音视频领域承担着“自主”与“自卫”的重任，正在蓄势成为下一代标准的领跑者。因此对 AVS 视频标准在不同条件下的实现研究，具有十分重要的理论与现实意义^[1-2]。

AVS 视频实时处理的方案有多种，大体上可以分为基于软件、硬件、软硬结合三类，根据不同的应用采用不同的方案。基于软件的实现方式大多是在 PC 或嵌入式处理器上完成，软件的升级十分方便，但由于非专用于视频处理，实现效率不高。对 PC 机来说，一般系统要求较高，系统利用率低。也有 ARM 等嵌入式通用处理器被用于视频应用，由于大多数通用处理器上能够运行实时操作系统，因此很适合于在需要复杂控制功能的场合中进行使用，但是通用处理器的计算能力有限，很难担负起多媒体处理平台的任务。全硬件实现是基于专用的 ASIC 芯片实现，这种方法成本低廉，编解码速度快。但专用芯片一般不可编程，当一个标准被替换或更新后，原来的专用芯片不再可用，要重新设计新的硬件系统，无法灵活升级和应用修改，对特殊环境缺乏应变力。当然现在也可以采用基于现场可编程逻辑器件（FPGA）实现来弥补灵活性的问题，但因其开发的难度大，费时费力，一般都用作 ASIC 芯片的前端设计和验证。

一种性价比较高的方式是使用视频专用 DSP 即多媒体 DSP 处理器^[3]。多媒体 DSP 处理器针对视频压缩的应用进行了体系结构的优化，集成了丰富的多媒体信号接口，针对多媒体信号的特点优化了处理器结构，甚至内嵌了特殊协处理

器用于进行专门操作,以缓解通用处理器的压力,完全可以独立胜任专用小型化媒体处理平台的任务。另外 DSP 处理器的核心工作都是基于软件平台,可以方便的通过增加删除或者增强一些功能模块来对系统进行改进,开发周期短,可实现快速技术更新和产品换代。

目前多媒体 DSP 处理器主要有 Philips 公司的 Trimedia 系列, ADI 公司的 Blackfin 系列, Pixelworks 公司(原为 Equator 公司,现已被 Pixelworks 公司收购)的 BSP-15, PWBSP-16 系列等。全球最大的 DSP 制造商德州仪器(TI)推出了一款高性能多媒体处理器 TMS320DM642,它基于 C64x DSP 内核,采用二级缓存,并提供了丰富的外围接口,且功耗比 TriMedia 和 Equator 等处理器要低。因此本文选用 TI 的媒体处理器 DM642 来实现 AVS 标清视频解码。

基于上述背景,本课题以 AVS 视频标准为研究对象,选用 TMS320DM642 为开发平台进行 AVS 视频解码器的设计与实现,并根据 DSP 平台的结构特点对解码器进行优化,大大提高了解码器的执行效率。本课题研究的意义主要在于掌握了 AVS 视频标准的主要算法,提出了一系列移植方法和解码器优化技术,且可适用于其它专用 DSP 平台上,为进一步研究 AVS 视频实时编解码奠定基础,从而推动我国数字音视频标准 AVS 的推广和应用。

1.2 国际信源编码标准的简况

音视频技术主要有传输技术和信源编码技术两大部分,国际上音视频信源编解码标准主要有两大系列:国际标准化组织 ISO/IEC JTC1 制定的 MPEG 系列标准;国际电信联盟 (ITU) 针对多媒体通信制定的 H.26x 系列视频编码标准和 G.7 系列音频编码标准。20 世纪 90 年代以来,ITU 和 ISO 推出的一系列针对不同应用领域的数字视频编码标准极大地推动了多媒体技术的实用化和产业化。众所周知,视频信息具有一系列优点,如直观性,确切性,高效性,广泛性等等,但是视频信息的信息量太大,要使视频得到有效的应用,首先必须解决视频编码的问题。为此,人们付出了巨大的辛勤劳动,现已结出丰硕的成果。目前音视频产业可以选择的信源编码标准有 5 个: MPEG-2、MPEG-4、H.264、AVS、VC-1。从制定者分,前三个标准是由 ISO-MPEG/ITU-VCEG 专家组完成的,AVS 是我国自主制定的,VC-1 是由微软提出并开发的基于微软 Windows Media Video 9(WMV9)格式的视频编码标准。从发展阶段分,1994 年由 MPEG 和 ITU 合作制

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库